



21 Aktenzeichen: 199 29 556.5
22 Anmeldetag: 18. 6. 1999
43 Offenlegungstag: 21. 12. 2000

71 Anmelder:
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE
74 Vertreter:
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

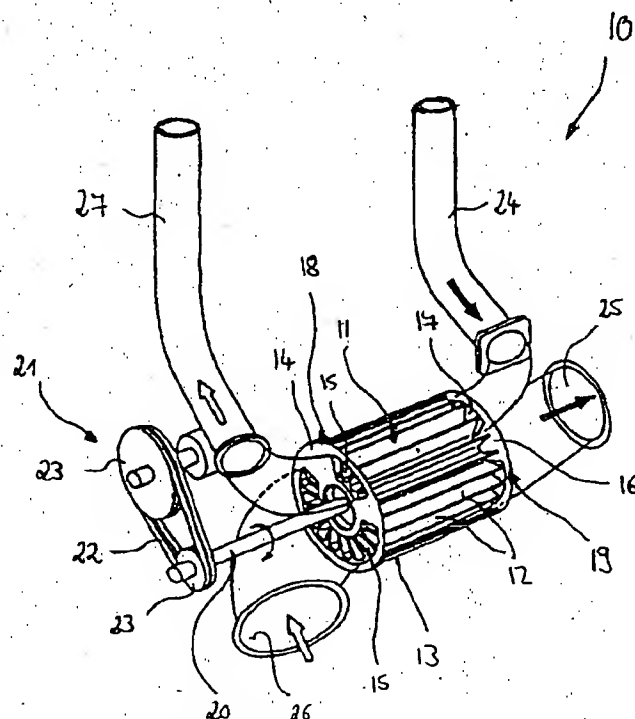
72 Erfinder:
Wilhelm, Hans-Dieter, Dipl.-Ing., 61267
Neu-Anspach, DE; Eck, Karl, Dipl.-Ing., 60318
Frankfurt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung und Verfahren zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom sowie Brennstoffzellensystem

57 Es wird eine Vorrichtung (10) und ein Verfahren zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder von Feuchtigkeit auf einen Gasstrom beschrieben. Die Vorrichtung (10) weist einen Läufer (11) mit einer Vielzahl von Zellen (12) auf, wobei die Zellen (12) mit einem Absorptionsmittel beschichtet sind. Der Läufer (11) ist drehbar in einem Gehäuse (13) angeordnet, wobei das Gehäuse über zwei Deckelelemente (14, 16) verschlossen ist, die jeweils eine Anzahl von Öffnungen (15, 17) aufweisen. Um einen feuchten Gasstrom auf einfache Weise trocknen und einen trockenen Gasstrom auf einfache Weise befeuchten und gegebenenfalls komprimieren zu können, wird der feuchte Gasstrom über einen Gaseinlaß (24) und die Öffnungen (17) im Deckelelement (16) in eine Zelle (12) des Läufers (11) eingeleitet, wo der Gasstrom seine Feuchtigkeit an das Absorptionsmittel abgibt. Anschließend wird der Gasstrom über den Gasauslaß (25) abgeleitet. Die Zelle (12) mit der gespeicherten Flüssigkeit wird weitergedreht, so daß anschließend ein trockener Gasstrom über einen Gaseinlaß (26) und die Öffnungen (15) des anderen Deckelelements (14) in die Zelle (12) eingeleitet wird. Dort wird die Feuchtigkeit vom Absorptionsmittel auf den trockenen Gasstrom übertragen, der danach als befeuchteter Gasstrom über einen Gasauslaß (27) aus der Zelle (12) abgeleitet wird.



Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellensystem.

Es sind eine Reihe von Systemen und Prozessen bekannt, bei denen während des Betriebs feuchte Gase entstehen. Diese Gase werden oft in die Atmosphäre abgeführt, ohne daß die gespeicherte Feuchtigkeit genutzt wird. Auch in solchen Fällen, in denen eine Regeneration der in den Gasen enthaltenen Feuchtigkeit erfolgt, bleibt in den Gasen oftmals eine Restfeuchtigkeit zurück, die verloren geht.

Auf der anderen Seite sind auch eine Reihe von Systemen und Prozessen bekannt, bei denen trockene Gasströme zugeführt werden, die zunächst befeuchtet werden müssen.

Ein System, bei dem sowohl feuchte Abgasströme abgeführt, als auch zu befeuchtende trockene Gasströme zugeführt werden, ist beispielsweise ein Brennstoffzellensystem.

Brennstoffzellen sind bereits seit langem bekannt und haben insbesondere im Bereich der Automobilindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen.

Ähnlich wie Batteriesysteme erzeugen Brennstoffzellen elektrische Energie auf chemischen Wege, wobei die einzelnen Reaktanten kontinuierlich zugeführt und das Reaktionsprodukt kontinuierlich abgeführt werden. Dabei liegt den Brennstoffzellen das Funktionsprinzip zu Grunde, daß sich elektrisch neutrale Moleküle oder Atome miteinander verbinden und dabei Elektronen austauschen. Dieser Vorgang wird als Redoxprozeß bezeichnet. Bei der Brennstoffzelle werden die Oxidations- und Reduktionsprozesse räumlich voneinander getrennt. Die bei der Reduktion abgegebenen Elektronen lassen sich als Strom durch einen Verbraucher leiten, beispielsweise den Elektromotor eines Automobils.

Als gasförmige Reaktionspartner für die Brennstoffzelle werden beispielsweise Wasserstoff als Brennstoff und Sauerstoff als Oxidationsmittel verwendet. Will man die Brennstoffzellen mit einem leicht verfügbaren und zu speichernen Brennstoff wie Erdgas, Methanol oder dergleichen betreiben, muß man die jeweiligen Kohlenwasserstoffe zunächst in ein wasserstoffreiches Gas umwandeln. Bei der Umwandlung zu Wasserstoff innerhalb entsprechender Reaktoren wird Wasser benötigt, das bisher aus einer separaten Wasserquelle zugeführt werden muß.

Weiterhin weisen die Brennstoffzellen in der Regel eine Membran auf, durch die der Kathodenteil und der Anodenteil der Brennstoffzelle voneinander getrennt sind. Diese Membran muß stets feucht gehalten werden, um eine Beschädigung der Brennstoffzelle zu verhindern. Es besteht daher das Bedürfnis, die der Brennstoffzelle zugeführten Gasströme vor Eintritt in die Brennstoffzelle zu befeuchten.

Bei der Erzeugung von Strom und Wärme in der Brennstoffzelle entsteht in dieser bei den entsprechenden Reaktionen Wasser. Dieses Wasser wird in zumeist gasförmigem Zustand aus der Brennstoffzelle abgeleitet und in die Umgebung abgegeben. Eine Nutzung des in der Brennstoffzelle erzeugten Wassers ist bisher nicht möglich. Dieses Wasser geht somit für den Brennstoffzellenprozeß und insbesondere für die Erzeugung und/oder die Aufbereitung des Brennstoffs oder die Befeuchtung der Membran verloren.

Ausgehend vom genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei der/dem auf einfache Weise eine Übertragung von Feuchtigkeit aus einem feuchten Gasstrom und/oder eine Befeuchtung eines trockenen Gasstroms erfolgen kann. Weiterhin soll ein entsprechend verbessertes Brennstoffzellensystem bereitgestellt werden.

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem feuchten Gasstrom und/oder auf einen trockenen Gasstrom, mit einem Läufer, der drehbar in einem Gehäuse angeordnet ist und der eine Anzahl von Zellen aufweist, wobei das Gehäuse an den Stirnseiten jeweils von einem Deckelelement verschlossen ist und wenigstens eines der Deckelelemente eine Anzahl von Öffnungen aufweist. Diese Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen mit einem Absorptionsmittel für die im feuchten Gasstrom befindliche Feuchtigkeit und/oder die, auf den trockenen Gasstrom zu übertragende Feuchtigkeit beschichtet sind.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auf einfache Weise in einem feuchten Gasstrom befindliche Feuchtigkeit regeneriert werden. Weiterhin ist es durch die erfindungsgemäße Vorrichtung auch möglich, einen ursprünglich trockenen Gasstrom zu befeuchten.

Der grundlegende Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung entspricht in etwa dem eines Rotationskompressors. Dabei strömt Gas über die in wenigstens einem der Deckelelemente befindlichen Öffnungen in die Zellen des Läufers hinein. Anschließend tritt das im Läufer befindliche Gas über die Öffnungen des Deckelelements wieder aus diesem aus. Beim Kompressorbetrieb wird dabei der Gasstrom komprimiert.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es deshalb auch möglich, einen Gasstrom, etwa nach dem Prinzip der Stoßwellenaufladung, zu komprimieren.

Die Übertragung der Feuchtigkeit aus dem feuchten Gasstrom beziehungsweise auf den trockenen Gasstrom erfolgt über die Beschichtung der Zellen mit einem für die betreffende Feuchtigkeit jeweils geeigneten Absorptionsmittel. Vorzugsweise sind die gesamten Zellenwände sowie die Zellenböden mit dem Absorptionsmittel beschichtet. Wenn die Vorrichtung mit einem feuchten Gasstrom beaufschlagt wird, kann die im Gasstrom befindliche Feuchtigkeit, nachdem dieser in die Zellen des Läufers eingetreten ist, von dem Absorptionsmittel absorbiert werden. Der aus der Vorrichtung austretende Gasstrom ist danach getrocknet. In dieser Ausgestaltung erfüllt die erfindungsgemäße Vorrichtung die Funktion eines Feuchte- beziehungsweise Restfeuchteübertragers.

Wenn in die erfindungsgemäße Vorrichtung ein trockener Gasstrom eingeleitet wird, kann diese auch zur Befeuchtung dieses Gasstroms dienen. Dazu kann das Absorptionsmittel, mit dem die Zellen beschichtet sind, auf beliebige Weise zunächst mit Feuchtigkeit beaufschlagt werden, so daß diese Feuchtigkeit vom Absorptionsmittel absorbiert wird. Anschließend wird der trockene Gasstrom über die Öffnungen im Deckelelement in die Zellen des Läufers eingeleitet, wo er die im Absorptionsmittel gespeicherte Feuchtigkeit desorbiert und aufnimmt. Der aus der Vorrichtung austretende Gasstrom ist nunmehr befeuchtet. Auf diese Weise übernimmt die erfindungsgemäße Vorrichtung die Funktion eines Befeuchters.

Es ist jedoch auch denkbar, daß in der erfindungsgemäßen Vorrichtung beide Funktionsweisen miteinander vereint sind. In diesem Fall wird die in einem ersten, feuchten Gasstrom befindliche Feuchtigkeit zunächst im Absorptionsmittel gespeichert und anschließend an einen zweiten, trockenen Gasstrom übertragen. Eine derartige Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird besonders bevorzugt und im weiteren Verlauf der Beschreibung näher erläutert.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist nicht auf besondere Anwendungsfälle beschränkt. Vielmehr kann sie überall dort eingesetzt werden, wo Feuchtigkeit aus einem Gas-

strom übertragen beziehungsweise an einen Gasstrom abgegeben werden soll. Wichtig ist lediglich, daß das Absorptionsmittel auf die jeweilige Feuchtigkeit abgestimmt ist.

In bevorzugter Weise kann die erfindungsgemäße Vorrichtung dazu verwendet werden, Feuchtigkeit aus dem Abgasstrom einer Brennstoffzelle zu gewinnen beziehungsweise den einer Brennstoffzelle zugeführten Gasstrom zu befeuchten.

Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft kann der Läufer zylindrisch ausgebildet sein.

In weiterer Ausgestaltung weisen die Zellen einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf. Ein mit solchen Zellen ausgerüsteter Läufer ist auf einfache und kostengünstige Weise herstellbar. Je nach Bedarf und Anwendungsfall können die Zellen jedoch auch einen anderen Querschnitt aufweisen, so daß die vorliegende Erfindung nicht auf einen bestimmten Zellenquerschnitt beschränkt ist.

Vorzugsweise erstrecken sich die Zellen in Längsrichtung des Läufers.

In weiterer Ausgestaltung ist das wenigstens eine Deckelement, das eine Anzahl von Öffnungen aufweist, mit einem Gaseinlaß und einem Gasauslaß verbunden. Über den entsprechenden Gaseinlaß beziehungsweise Gasauslaß wird der Gasstrom, der entweder getrocknet oder befeuchtet werden soll, in die Zellen des Läufers eingeleitet beziehungsweise aus diesen abgeleitet.

Wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung als Feuchteübertrager oder Befeuchter dienen soll, ist in der Regel ein einziges Deckelement mit einer Anzahl von Öffnungen sowie einem einzigen Gaseinlaß beziehungsweise Gasauslaß ausreichend.

In weiterer Ausgestaltung können beide Deckelemente jeweils eine Anzahl von Öffnungen aufweisen. In diesem Fall sind beide Deckelemente vorteilhaft jeweils mit einem Gaseinlaß und einem Gasauslaß verbunden. Bei einer solchen Ausgestaltung der Vorrichtung ist es möglich, diese sowohl zur Übertragung von Feuchtigkeit aus einem feuchten Gasstrom als auch zur Abgabe von Feuchtigkeit an einen trockenen Gasstrom zu verwenden.

Vorteilhaft ist der Läufer über eine Antriebswelle drehbar im Gehäuse angeordnet.

In weiterer Ausgestaltung kann die Vorrichtung zur Übertragung von Feuchtigkeit einen Antrieb aufweisen. Grundsätzlich ist jede geeignete Antriebsform denkbar, so daß die Erfindung nicht auf besondere Ausgestaltungsvarianten beschränkt ist. Einige besonders vorteilhafte Antriebsformen werden nachfolgend beschrieben.

So kann der Antrieb für die Vorrichtung beispielsweise als Riemenantrieb ausgebildet sein, der mit der Antriebswelle der Vorrichtung verbunden ist. In anderer Ausgestaltung kann der Antrieb als elektrischer Antrieb ausgebildet sein. Auch ist es möglich, hierfür den Antrieb eines Kompressors mit zu nutzen. Ein solcher Kompressor ist in der Regel bereits in der Zuleitung für das Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle vorgesehen, so daß dessen Antrieb gleichzeitig auch den Antrieb der Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit übernehmen kann. Auf diese Weise kann auf einen zusätzlichen Antrieb verzichtet werden.

Wenn die Restgase des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels die Brennstoffzelle verlassen, verfügen diese Restgase in der Regel noch über verwertbare Energieanteile, beispielsweise in Form von Bewegungsenergie oder Wärmeenergie. Diese noch verwertbaren Energieanteile, im vorliegenden Fall insbesondere die Bewegungsenergieanteile, die als Energie bezeichnet werden, können ebenfalls dazu verwendet werden, um die Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit anzutreiben.

So kann der Antrieb für die Vorrichtung beispielsweise als Riemenantrieb ausgebildet sein, der mit der Antriebswelle der Vorrichtung verbunden ist. In anderer Ausgestaltung kann der Antrieb als elektrischer Antrieb ausgebildet sein. Auch ist es möglich, hierfür den Antrieb eines Kompressors mit zu nutzen. Ein solcher Kompressor ist in der Regel bereits in der Zuleitung für das Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle vorgesehen, so daß dessen Antrieb gleichzeitig auch den Antrieb der Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit übernehmen kann. Auf diese Weise kann auf ein zusätzliches Bauelement verzichtet werden.

Wenn die Restgase des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels die Brennstoffzelle verlassen, verfügen diese Restgase in der Regel noch über verwertbare Energieanteile, beispielsweise in Form von Bewegungsenergie oder Wärmeenergie. Diese noch verwertbaren Energieanteile, im vorliegenden Fall insbesondere die Bewegungsenergieanteile, die als Energie bezeichnet werden, können ebenfalls dazu verwendet werden, um die Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit anzutreiben.

In weiterer Ausgestaltung kann das Absorptionsmittel ein Absorptionsmittel für Wasser sein. Die Verwendung eines solchen Absorptionsmittels ist deshalb vorteilhaft, weil die in einem Abgasstrom, wie beispielsweise dem Abgasstrom einer Brennstoffzelle, befindliche Feuchtigkeit häufig Wasserdampf ist. Weiterhin ist es oftmals erforderlich, einen Gasstrom mit Wasser zu befeuchten. Beispiele für geeignete Absorptionsmittel sind unter anderem solche auf Siliziumbasis, wie beispielsweise Kieselsäuren und Silikate, die in Form von Kieselgel oder Silikagel vorliegen können. Es sind jedoch auch andere Absorptionsmittel denkbar.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wird es möglich, Feuchtigkeit aus Gasströmen, beispielsweise Abgasströmen zu nutzen. Weiterhin ist es auch möglich, die Bewegungsenergie oder die innere Energie der Abgase für den Rotationsantrieb der Vorrichtung zu nutzen.

Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, mit wenigstens einer Brennstoffzelle, die eine Zuleitung und eine Ableitung für einen Brennstoff sowie eine Zuleitung und eine Ableitung für ein Oxidationsmittel aufweist. Erfindungsgemäß ist das Brennstoffzellensystem dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung von Feuchtigkeit aus dem Abgasstrom der Brennstoffzelle und/oder auf den Zuleitungs-Gasstrom der Brennstoffzelle eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung vorgesehen ist.

Dadurch kann bei Brennstoffzellenantrieben mit der Verwendung einer solchen Vorrichtung, die vorzugsweise auf Kompressorbasis arbeitet, beispielsweise nach dem Prinzip der Stoßwellenaufladung, auf eine separate Apparatur zur (Rest-)Feuchteübertragung des Abgasstroms verzichtet werden. Zusätzlich kann eine Befeuchtung des Zuleitungs-Gasstrom erreicht werden, so daß auch auf eine separate Befeuchtung des Gasstroms verzichtet werden kann. Schließlich kann der in die Brennstoffzelle eintretende Gasstrom auch noch komprimiert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann sowohl in der Ableitung für das Oxidationsmittel (Anodenabgas), der Ableitung für den Brennstoff (Kathodenabgas), als auch in beiden Ableitungen vorgesehen sein. Sie ist insbesondere immer dort von Vorteil, wo sich im Abgasstrom sehr viel Wasser in Form von Wasserdampf befindet. Allerdings muß gewährleistet werden, daß bei der Gewinnung von Wasser aus dem Abgasstrom keine schädlichen Bestandteile mitausgetragen werden. In vorteilhafter Ausgestaltung ist die Vorrichtung deshalb in der Ableitung für das Oxidationsmittel angeordnet, insbesondere dann, wenn als Oxidationsmittel Sauerstoff verwendet wird.

Ebenso kann die erfindungsgemäße Vorrichtung wahlweise in der Zuleitung für den Brennstoff, in der Zuleitung für das Oxidationsmittel oder auch in beiden Zuleitungen vorgesehen sein. Vorteilhaft ist die erfindungsgemäße Vorrichtung jedoch mit der Zuleitung für das Oxidationsmittel verbunden. Dadurch wird unter anderem eine Befeuchtung der Brennstoffzellen-Membran auch in der Startphase des Brennstoffzellensystems, in der in der Brennstoffzelle noch kein Wasser produziert wird, erreicht, so daß eine Beschädigung der Brennstoffzelle zu keinem Zeitpunkt zu befürchten ist. Weiterhin kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch mit einer Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten des Brennstoffs für die Brennstoffzelle verbunden sein, da bei diesen Prozessen Wasser benötigt wird und hierzu die im Absorptionsmittel gespeicherte Feuchtigkeit herangezogen werden kann.

Zu den Vorteilen, Effekten, Wirkungen und der Funktionsweise des Brennstoffzellensystems wird auf die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Vorrichtung vollinhaltlich Bezug genommen und hiermit verwiesen. Vorteilhafte Ausführungsformen des Brennstoffzellensystems ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft kann eines der Deckelelemente der Vorrichtung, das eine Anzahl von Öffnungen aufweist, mit der Ableitung für den Brennstoff und/oder der Ableitung für das Oxidationsmittel verbunden sein. In diesem Fall kann, wie weiter oben bereits ausführlich dargestellt wurde, die Vorrichtung als Feuchteübertrager verwendet werden.

In weiterer Ausgestaltung kann eines der Deckelelemente der Vorrichtung, das eine Anzahl von Öffnungen aufweist, mit der Zuleitung für den Brennstoff und/oder der Zuleitung für das Oxidationsmittel verbunden sein. In diesem Fall fungiert die Vorrichtung als Befeuchter für den Zuleitungs-Gasstrom der Brennstoffzelle.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann ein Deckelelement der Vorrichtung, das eine Anzahl von Öffnungen aufweist, mit der Ableitung für den Brennstoff und/oder der Ableitung für das Oxidationsmittel verbunden sein, wobei gleichzeitig das andere Deckelelement der Vorrichtung, das ebenfalls eine Anzahl von Öffnungen aufweist, mit der Zuleitung für den Brennstoff und/oder der Zuleitung für das Oxidationsmittel verbunden sein. Dadurch kann, wie weiter oben bereits beschrieben wurde, die Vorrichtung zur Übertragung von Feuchtigkeit aus einem feuchten Gasstrom (Brennstoffzellenabgas) an einen ursprünglich trockenen Gasstrom (Zuleitungsgasstrom zur Brennstoffzelle) verwendet werden.

Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom, unter Verwendung einer wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung, bereitgestellt, das erfindungsgemäß durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- (a) Einleiten eines Gasstroms durch einen Gaseinlaß über ein Deckelelement, das eine Anzahl von Öffnungen aufweist, in eine oder mehrere Zellen des rotierenden Läufers;
- (b) Übertragen von Feuchtigkeit aus dem Gasstrom auf das Absorptionsmittel, mit dem die Zellen beschichtet sind, oder Übertragen von Feuchtigkeit, die in dem Absorptionsmittel gespeichert ist, auf den Gasstrom; und
- (c) Ableiten des Gasstroms aus den Zellen über die Öffnungen in dem Deckelelement und einen Gasauslaß.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann auf einfache

Weise einem Gasstrom Feuchtigkeit entzogen und/oder Feuchtigkeit auf einen Gasstrom übertragen werden. Zu den Vorteilen, Effekten, Wirkungen und der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens wird wiederum auf die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Vorrichtung und zum erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem vollinhaltlich Bezug genommen und hiermit verwiesen.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft sind zwei Deckelelemente, die jeweils eine Anzahl von Öffnungen aufweisen, vorgesehen, so daß ein feuchter Gasstrom über einen Gaseinlaß und die Öffnungen im Deckelelement in eine oder mehrere Zellen des Läufers eingeleitet wird, wobei der Gasstrom seine Feuchtigkeit an das Absorptionsmittel abgibt und anschließend über den Gasauslaß abgeleitet wird. Anschließend wird dann ein trockener Gasstrom über einen weiteren Gaseinlaß und die Öffnungen des anderen Deckelelements in diejenige Zelle oder Zellen eingeleitet, in der sich die im Absorptionsmittel absorbierte Feuchtigkeit befindet, so daß die Feuchtigkeit vom Absorptionsmittel auf den trockenen Gasstrom übertragen wird. Danach wird der befeuchtete Gasstrom über einen Gasauslaß aus der Zelle abgeleitet.

Vorteilhaft können die Zellen abwechselnd mit einem feuchten und einem trockenen Gasstrom beaufschlagt werden. Dies erfolgt vorzugsweise über die Drehung des Läufers mit Hilfe des Antriebs. Dadurch werden die Zellen abwechselnd mit Feuchtgas und trockenem Gas beaufschlagt. Die Feuchtigkeit wird aus dem Feuchtgas absorbiert beziehungsweise wird das Absorptionsmittel durch das Trockengas regeneriert und somit befeuchtet. Weiterhin kann durch einen Kompressoreffekt der erfindungsgemäßen Vorrichtung zusätzlich eine Komprimierung des trockenen beziehungsweise zu befeuchtenden Gasstroms erfolgen.

Vorteilhaft kann ein wie vorstehend beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom eines Brennstoffzellensystems, insbesondere eines Brennstoffzellensystems für ein Fahrzeug, verwendet werden, wobei Feuchtigkeit aus dem Abgasstrom des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels aus der Brennstoffzelle auf das Absorptionsmittel übertragen und/oder Feuchtigkeit aus dem Absorptionsmittel auf den trockenen Zustrom des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels in die Brennstoffzelle übertragen wird.

Entsprechend kann die wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhaft für ein Brennstoffzellensystem, insbesondere für ein Brennstoffzellensystem zum Betreiben eines Fahrzeugs verwendet werden. Das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem kann ebenfalls vorteilhaft zum Betreiben eines Fahrzeugs verwendet werden.

Auf Grund der rasanten Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie im Fahrzeugsektor bieten sich für die Erfindung auf diesem Gebiet besonders gute Einsatzmöglichkeiten. Dennoch sind auch andere Einsatzmöglichkeiten denkbar. Zu nennen sind hier beispielsweise Brennstoffzellen für mobile Geräte wie Computer oder dergleichen bis hin zu Kraftwerksanlagen. Auch eignet sich die Brennstoffzellentechnik für die dezentrale Energieversorgung von Häusern, Industrieanlagen oder dergleichen.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Brennstoffzellentechnologie, insbesondere nicht auf besondere Brennstoffzellentypen beschränkt. In bevorzugter Weise kann die Erfindung jedoch in Verbindung mit Brennstoffzellen mit Polymerelektrolytmembranen (PEM) verwendet werden. Diese Brennstoffzellen haben einen hohen elektrischen Wirkungsgrad, verursachen nur minimale Emissionen, weisen ein op-

timales Teillastverhalten auf und sind im wesentlichen frei von mechanischem Verschleiß.

Die Erfindung wird nun auf exemplarische Weise an Hand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigt die einzige Figur in schematischer Ansicht eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom.

In der Figur ist eine Vorrichtung 10 zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom dargestellt. Die Vorrichtung 10 wird in Verbindung mit einem nicht dargestellten Brennstoffzellensystem verwendet. Sie soll dazu dienen, Feuchtigkeit aus dem aus der Brennstoffzelle austretenden Abgasstrom des Oxidationsmittels (Anodenabgas) zu übertragen. Weiterhin soll die Vorrichtung 10 den der Brennstoffzelle zugeführten trockenen Gasstrom des Oxidationsmittels (Anodengas) befeuchten.

Dazu weist die Vorrichtung 10 zunächst einen zylindrischen Läufer 11 auf, in dessen äußeren Umfangsbereich eine Anzahl von Zellen 12 vorgesehen sind, die sich parallel zur Drehachse des Läufers 11 in dessen Längsrichtung erstrecken. Der so ausgebildete Läufer 11 ist drehbar in einem Gehäuse 13 angeordnet. Das Gehäuse 13 ist an seinen Stirnseiten 18, 19 jeweils von einem Deckelelement 14, 16 verschlossen. Die Deckelelemente 14, 16 weisen jeweils eine Anzahl von Öffnungen 15, 17 auf.

Die Rotation des Läufers 11 innerhalb des Gehäuses 13 erfolgt über einen Antrieb 21, der über eine Antriebswelle 20 mit dem Läufer 11 verbunden ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Antrieb 21 als Riemenantrieb ausgebildet. Dazu weist dieser einen Riemen 22 sowie zwei Riemenscheiben 23 auf.

An beiden Stirnseiten 18, 19 des Läufers 11 ist dieser über die jeweiligen Deckelelemente 14, 16 mit einem Gaseinlaß 24, 26 und einem Gasauslaß 25, 27 verbunden.

Um Feuchtigkeit aus einem Gasstrom absorbieren beziehungsweise an diesen abgeben zu können, sind die einzelnen Zellen 12 des Läufers 11, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweisen, mit einem Absorptionsmittel beschichtet. Da im vorliegenden Fall Wasser aus dem Gasstrom absorbiert beziehungsweise an diesen abgegeben werden soll, wird hier ein für Wasser geeignetes Absorptionsmittel verwendet.

Nachfolgend wird nun die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben.

Um die im Abgasstrom des Oxidationsmittels aus der Brennstoffzelle befindliche Feuchtigkeit zu gewinnen, wird der Abgasstrom über den Gaseinlaß 24 und eine entsprechende Öffnung 17 im Deckelelement 16 zunächst in eine Zelle 12 des Läufers 11 eingeleitet. Innerhalb der Zelle 11 wird die Feuchtigkeit des Gasstroms an das Absorptionsmittel, mit dem die Zelle beschichtet ist, übertragen und in diesem gespeichert. Dabei wird der Läufer 11 über den Antrieb 21 weitergedreht, so daß das nunmehr getrocknete Gas über eine andere Öffnung 15 im Deckelelement 14 aus der Zelle 12 austreten und über den Gasauslaß 25 abgeleitet werden kann.

Gleichzeitig erfolgt über die Vorrichtung 10 auch eine Befeuchtung des ursprünglich trockenen Oxidationsmittel-Gasstroms. Dazu wird der trockene Oxidationsmittel-Gasstrom über den Gaseinlaß 26 und eine entsprechende Öffnung 15 im Deckelelement 14 in eine Zelle 12 des Läufers 11 eingeleitet. Dabei ist zu beachten, daß durch die Drehung des Läufers 11 die einzelnen Zellen 12 jeweils abwechselnd mit feuchtem Abgas und mit trockenem Oxidationsmittel, beispielsweise Frischluft oder dergleichen, beaufschlagt

werden.

Zur Verdeutlichung der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens wird deshalb davon ausgegangen, daß diejenige Zelle 12, in der zuvor Feuchtigkeit aus dem feuchten Abgas absorbiert wurde, über den Antrieb 21 derart weitergedreht wurde, daß sie nunmehr über eine Öffnung 15 im Deckelelement 14 mit trockenem Oxidationsmittel-Gas beaufschlagt wird. Das trockene Oxidationsmittel-Gas strömt in die Zelle 12 ein, wobei es das Absorptionsmittel regeneriert, d. h. die Feuchtigkeit desorbiert und dabei die im Absorptionsmittel gespeicherte Feuchtigkeit aufnimmt. Das ehemals trockene Oxidationsmittel-Gas ist nunmehr befeuchtet. Durch das Weiterdrehen des Läufers 11 gelangt die Zelle 12 mit dem nunmehr feuchten Oxidationsmittel-Gas in einen Bereich, in dem die Öffnungen 15 des Deckelelements 14 mit dem Gasauslaß 27 verbunden sind. Das feuchte Oxidationsmittel-Gas tritt über die Öffnungen 15 in den Gasauslaß 27 ein und wird über diesen zur weiteren Verwendung beispielsweise der Brennstoffzelle zugeführt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann das ehemals trockene Oxidationsmittel-Gas, das in der Regel als Niederdruckgas vorliegt, zum einen befeuchtet und zum anderen komprimiert werden, so daß es in der Brennstoffzelle als komprimiertes Feuchtgas zur Verfügung steht.

Bezugszeichenliste

- 10 Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit
- 11 Läufer
- 12 Zelle
- 13 Gehäuse
- 14 Deckelelement
- 15 Öffnung
- 16 Deckelelement
- 17 Öffnung
- 18 Stirnseite
- 19 Stirnseite
- 20 Antriebswelle
- 21 Antrieb
- 22 Riemen
- 23 Riemenscheibe
- 24 Gaseinlaß
- 25 Gasauslaß
- 26 Gaseinlaß
- 27 Gasauslaß

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem feuchten Gasstrom und/oder von Feuchtigkeit auf einen trockenen Gasstrom, mit einem Läufer (11), der drehbar in einem Gehäuse (13) angeordnet ist, und der eine Anzahl von Zellen (12) aufweist, wobei das Gehäuse (13) an den Stirnseiten (18, 19) jeweils von einem Deckelelement (14, 16) verschlossen ist und wenigstens eines der Deckelelemente (14, 16) eine Anzahl von Öffnungen (15, 17) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen (12) mit einem Absorptionsmittel für die Feuchtigkeit beschichtet sind, die im feuchten Gasstrom enthalten und/oder die auf den trockenen Gasstrom durch Desorption zu übertragen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (11) zylindrisch ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen (12) einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweisen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch gekennzeichnet, daß sich die Zellen (12) in Längsrichtung des Läufers (11) erstrecken.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Deckelelement (14; 16), das eine Anzahl von Öffnungen (15; 17) aufweist, mit einem Gaseinlaß (24; 26) und einem Gasauslaß (25; 27) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beide Deckelelemente (14, 16) jeweils eine Anzahl von Öffnungen (15, 17) aufweisen und daß beide Deckelelemente (14, 16) jeweils mit einem Gaseinlaß (24, 26) und einem Gasauslaß (25, 27) verbunden sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (11) über eine Antriebswelle (20) drehbar im Gehäuse (13) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (20) mit einem Antrieb (21), insbesondere einem Riemenantrieb, verbunden ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Absorptionsmittel ein Absorptionsmittel für Wasser ist.

10. Brennstoffzellensystem, mit wenigstens einer Brennstoffzelle, die eine Zuleitung und eine Ableitung für einen Brennstoff sowie eine Zuleitung und eine Ableitung für ein Oxidationsmittel aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung von Feuchtigkeit aus dem Abgasstrom der Brennstoffzelle und/oder auf den Zuleitungs-Gasstrom der Brennstoffzelle eine Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 vorgesehen ist.

11. Brennstoffzelle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Deckelelemente (16) der Vorrichtung (10), das eine Anzahl von Öffnungen (17) aufweist, mit der Ableitung für den Brennstoff und/oder der Ableitung für das Oxidationsmittel verbunden ist.

12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Deckelelemente (14) der Vorrichtung (10), das eine Anzahl von Öffnungen (15) aufweist, mit der Zuleitung für den Brennstoff und/oder der Zuleitung für das Oxidationsmittel verbunden ist.

13. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Deckelelement (16) der Vorrichtung (10), das eine Anzahl von Öffnungen (17) aufweist, mit der Ableitung für den Brennstoff und/oder der Ableitung für das Oxidationsmittel verbunden ist und daß das andere Deckelelement (14) der Vorrichtung (10), das eine Anzahl von Öffnungen (15) aufweist mit der Zuleitung für den Brennstoff und/oder der Zuleitung für das Oxidationsmittel verbunden ist.

14. Verfahren zum Übertragen von Feuchtigkeit aus einem Gasstrom und/oder auf einen Gasstrom, unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Einleiten eines Gasstroms durch einen Gaseinlaß über ein Deckelelement, das eine Anzahl von Öffnungen aufweist, in eine oder mehrere Zellen des rotierenden Läufers;
- Übertragen von Feuchtigkeit aus dem Gasstrom auf das Absorptionsmittel, mit dem die Zellen beschichtet sind, oder Übertragen von Feuchtigkeit, das in dem Absorptionsmittel gespeichert ist, auf den Gasstrom; und
- Ableiten des Gasstroms aus den Zellen über die

Öffnungen in dem Deckelelement und einen Gasauslaß.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Deckelelemente, die jeweils eine Anzahl von Öffnungen aufweisen, vorgesehen sind, daß ein feuchter Gasstrom über einen Gaseinlaß und die Öffnungen im Deckelelement in eine oder mehrere Zellen des Läufers eingeleitet wird, daß der Gasstrom seine Feuchtigkeit an das Absorptionsmittel abgibt und anschließend über den Gasauslaß abgeleitet wird, daß anschließend ein trockener Gasstrom über einen weiteren Gaseinlaß und die Öffnungen des anderen Deckelelements in die Zelle oder Zellen eingeleitet wird, in der sich die im Absorptionsmittel absorbierte Feuchtigkeit befindet, daß die Feuchtigkeit vom Absorptionsmittel an den trockenen Gasstrom übertragen wird und daß der befeuchtete Gasstrom über einen Gasauslaß aus der Zelle abgeleitet wird.

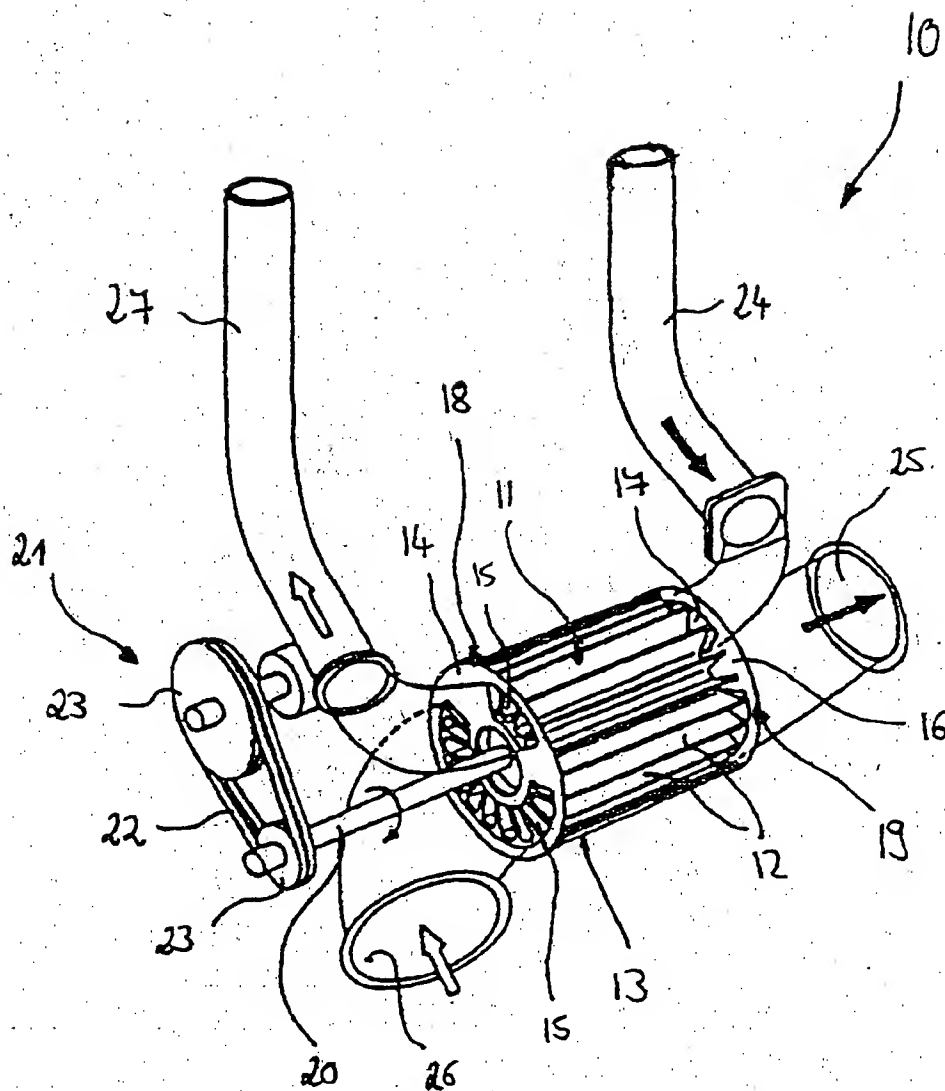
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen abwechselnd mit einem feuchten und einem trockenen Gasstrom beaufschlagt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Feuchtigkeit aus dem Abgasstrom des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels aus einer Brennstoffzelle, insbesondere eines Brennstoffzellensystems für ein Fahrzeug, auf das Absorptionsmittel übertragen und/oder Feuchtigkeit aus dem Absorptionsmittel auf den trockenen Zustrom des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels in die Brennstoffzelle übertragen wird.

18. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 für ein Brennstoffzellensystem, insbesondere für ein Brennstoffzellensystem zum Betreiben eines Fahrzeugs.

19. Verwendung eines Brennstoffzellensystems nach einem der Ansprüche 10 bis 13 zum Betreiben eines Fahrzeugs.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -